

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-83960

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/203			H 0 1 L 21/203	S
C 2 3 C 14/50			C 2 3 C 14/50	E
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	N

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-235646

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月5日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 京野 敬

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

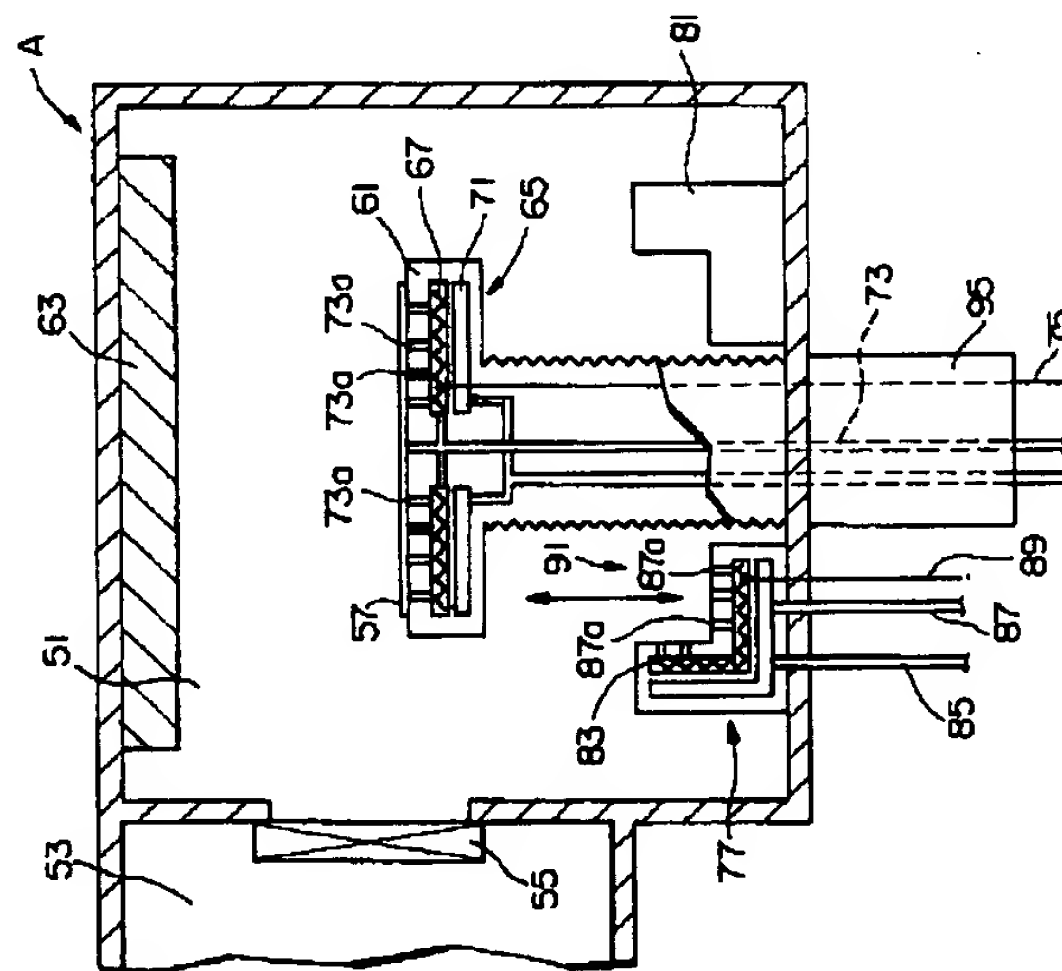
(74) 代理人 弁理士 高橋 詔男 (外5名)

(54) 【発明の名称】 スパッタリング装置

(57) 【要約】

【課題】 スパッタリングプロセスにおいて、第1のプロセス条件から第2のプロセス条件に移行する際に、温度条件を変化させる必要がある場合に、プロセス条件毎のホルダー温度切り替え時間を短縮するとともに、設定温度を安定して維持できる加熱・冷却機構を備えたスパッタリング装置を提供する。

【解決手段】 スパッタリング室51内の基板ホルダー61の下方には、基板ホルダー61を加熱・冷却するための第2の加熱・冷却機構77を内蔵した補助ブロック81が基板ホルダー61を囲むように設けられている。この補助ブロック81には、加熱・冷却機構77として、加熱用ガス配管87が設けられ、補助ブロック81の熱を、ガスを熱媒体として基板ホルダー61に伝える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板を保持する基板ホルダーと、該基板ホルダーに保持された半導体基板に対向して配置され、該半導体基板に成膜すべき物質を放出するターゲットと、該半導体基板を保持する前記基板ホルダーと前記ターゲットとを収納する真空処理室とを備えてなるスパッタリング装置において、

前記基板ホルダーには、該基板ホルダーに保持された前記半導体基板の温度を調節するための第1の加熱・冷却機構が設けられるとともに、該基板ホルダーの近傍には、該基板ホルダーの温度を調節するための第2の加熱・冷却機構を内蔵した補助ブロックが設けられ、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとは、これらを相対移動可能にする駆動機構により、接触及び離間可能に設けられていることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項2】 請求項1記載のスパッタリング装置において、

前記補助ブロックと前記基板ホルダーとを接触させた際には、

該補助ブロックは、該基板ホルダーを囲むように該基板ホルダーを収納するとともに、

前記補助ブロックには、前記基板ホルダーが離間する方向に開口部が形成されてなり、

前記基板ホルダーと前記補助ブロックとが離間した際には、

前記基板ホルダーは、前記ターゲットと対向して位置し、スパッタリング可能となることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項3】 請求項1または2記載のスパッタリング装置において、

前記補助ブロックには、該補助ブロックの熱を、ガスを熱媒体として前記基板ホルダーに伝えるガス伝熱機構が備えられていることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項4】 請求項2または3記載のスパッタリング装置において、

該スパッタリング装置内には、前記開口部を開閉自在に閉塞する第2の補助ブロックが設けられてなり、

該第2の補助ブロックには、該第2の補助ブロックを加熱・冷却するための、第3の加熱・冷却機構と、

該第2の補助ブロックの熱を、ガスを熱媒体として前記基板ホルダーに伝える第2の伝熱機構と、が備えられていることを特徴とするスパッタリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板に金属や絶縁物などの薄膜を成膜するスパッタリング装置に関し、特にスパッタリング中に半導体基板の温度を制御する基板温度制御機構を備えたスパッタリング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の高集積化に伴い、半導体製造工程におけるスパッタリングプロセスでは、成膜品質の向上と安定化のために、半導体基板の温度を高精度に制御することが要求されてきている。

【0003】一般に、スパッタリング装置には、基板温度を制御する加熱機構が設けられている。この加熱機構に関しては、これまでも、生産性向上の観点から昇温・降温速度を速めたり、温度分布の精度の向上による膜質改善等の種々の改良が提案されてきた。

【0004】図4は、従来からよく使われてきた基板加熱機構を備えたスパッタリング装置の一例を示したものである。この例は、特開昭62-35517号公報に開示されたものである。

【0005】この図に示すように、スパッタリング装置1は、概略、スパッタリング室3と、これとゲートバルブ5を介して連結された搬送室7とからなっている。スパッタリング室3にはカソード9と、公転機構11とが設けられ、公転機構11に保持された基板ホルダー15には、半導体基板17が取り付けられるようになっている。

スパッタリング室3内には、基板17を加熱するための基板加熱機構（加熱用ランプ）21と、公転機構11の内側に設けられた冷却機構23が備えられている。

【0006】この冷却機構23は、図4に示す矢印方向に移動して、この冷却機構を構成する冷却部材23aと半導体基板17の裏面とを接触させて熱を吸収し、基板17を冷却する。上記の冷却機構23は、半導体基板17上に、高い温度でのスパッタリング成膜を行った後に、低い温度での成膜を行う際に、より短時間で低い温度での成膜を開始できるようにしたものである。

【0007】このスパッタリング装置1の動作を次に示す。まず、スパッタリング室3内に搬送された、室温と同等の温度の半導体基板17を、公転機構11により図4のAの位置からBの位置に回転移動させ、加熱ランプ21で半導体基板17を、例えば400℃に加熱する。

【0008】次に、半導体基板17をCの位置に移動させ、カソード9に対向して第1の成膜を行う。第1の成膜が終了すると、公転機構11の回転により、Dの位置に半導体基板17が位置決めされ、冷却機構23の冷却部材23aが、基板ホルダー15の方向に移動して、半導体基板17が冷却され、400℃から第2の成膜処理に必要な温度、例えば100℃に冷却される。そして、カソード9に対向するように移動し、Dの位置において第2の成膜を行う。

【0009】このような従来型の基板加熱機構21を備えたスパッタリング装置1においては、基板加熱機構21とスパッタリング機構とが別の場所に独立して備えられているため、スパッタリングと加熱とを同時に行うことができない。従って、スパッタリング中には、基板17の温度制御ができず、プラズマから受ける熱エネルギーの影響により、スパッタリングプロセス中に温度変化が

生じ、膜質の再現性に乏しいという問題点が従来から指摘されていた。

【0010】また、公転機構11を設ける必要があるため、スペース効率という点においても問題があり、装置の小型化の妨げともなっていた。一方、膜質の再現性という問題点を解決するために、ガス加熱機構を備えたスパッタリング装置も提案されている。

【0011】図5に、ガス加熱機構を備えたスパッタリング装置の概略を示す。尚、このスパッタリング装置において、図4と同一部分については同一符号を付して、その説明を省略する。この装置において、図4に示したスパッタリング装置と異なる点は、基板ホルダー15の温度は、内蔵された熱電対31によってモニタされており、予め設定された設定温度になるように昇温及び降温がされる点である。

【0012】昇温の場合には、基板ホルダ15に内蔵されたヒータ33により加熱し、降温の場合には、ヒータ33のパワーをオフし、基板ホルダ15に内蔵された冷却水配管35から導入される冷却水の熱伝導により冷却する。

【0013】基板ホルダ15が設定温度で安定した後、半導体基板17は、搬送室7からスパッタリング室3のカソード9に対向する基板ホルダ15へ移載される。基板ホルダ15に保持された半導体基板17は、ヒータ33により加熱され、加熱用ガス導入管37により運ばれた加熱用ガスを熱媒体として、半導体基板17に伝達される。加熱用ガス導入管37は、その先端部において複数のガス管37a、37a、…に枝分かれしている。

【0014】スパッタリング中のプラズマから受ける熱は、基板ホルダ15に取り付けられた熱電対31によりモニタされ、ヒータ33のパワーの制御と、冷却水の冷却機構により熱交換して基板の実際の温度を制御している。このような、ガス加熱機構により、スパッタ中の基板温度を精度良く安定させることが可能となった。

【0015】しかしながら、このスパッタリング装置においては、基板ホルダ15とその温度制御機構（ヒータ33、冷却水35、熱電対35、加熱ガス37）とは一体であるため、スパッタリングプロセスの温度条件を切り替える必要がある場合には、次のプロセスの温度に基板ホルダ15の温度を切り替え、安定させるまでに時間がかかりすぎ、スパッタリング装置の基板処理能力を低下させるという問題点が依然として存在している。

【0016】これは、基板ホルダ15と加熱機構及び冷却機構とが一体であり、従って、その加熱・冷却能力とホルダーの熱容量との比較において、もし加熱・冷却能力を高くしすぎると、ホルダーの温度を安定して一定に保つことが困難となり、一方、ホルダーの熱容量を大きくしすぎると、加熱・冷却を行って一定温度に到達するまでにかかる時間が長くなりすぎるからである。従って、その意味では、このガス加熱機構も抜本的な解決手

段とはなっていないのが現状であった。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】すなわち、図4に示す例では、スパッタリングプロセス中に、基板温度が変化してしまうという問題点がある。従って、スパッタリング中の温度を安定化して、スパッタ膜の膜質の良好に保つということが課題となっている。また、基板の公転機構を必要とするため、スペース効率が悪くなるという問題点に対して、スペース効率の向上という課題もある。

【0018】一方、図5に示す例では、プロセス条件（設定温度）を変化させて、次のスパッタリングを行うまでの、待ち時間の短縮が課題となっていた。

【0019】本発明のスパッタリング装置においては、以上の課題に鑑みて、プロセス条件毎のホルダー温度切り替え時間を短縮するとともに、設定温度を安定して維持できる加熱・冷却機構を備え、かつスペース効率も良好なスパッタリング装置の提供を目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】以上に述べた課題を解決するために、本発明のスパッタリング装置では、次のような手段を講じた。すなわち、請求項1記載のスパッタリング装置においては、半導体基板を保持する基板ホルダーと、該基板ホルダーに保持された半導体基板に対向して配置され、該半導体基板に成膜すべき物質を放出するターゲットと、該半導体基板を保持する前記基板ホルダーと前記ターゲットとを収納する真空処理室とを備えるスパッタリング装置において、前記基板ホルダーには、該基板ホルダーに保持された前記半導体基板の温度を調節するための第1の加熱・冷却機構が設けられるとともに、該基板ホルダーの近傍には、該基板ホルダーの温度を調節するための第2の加熱・冷却機構を内蔵した補助ブロックが設けられ、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとは、これらを相対移動可能にする駆動機構により、接触及び離間可能に設けられていることを特徴とする。

【0021】このようなスパッタリング装置においては、スパッタリング時には前記基板ホルダーと前記補助ブロックとを離間させた状態にしておき、この状態において第1のスパッタリングを行う。

【0022】そして、次の第2のスパッタリングプロセスに移行する前に、予め補助ブロックの温度を、第2のスパッタリングにおける基板温度に調整しておき、第1のスパッタリングプロセスが終了した後に、補助ブロックを前記駆動機構を用いて前記基板ホルダーに接触させる。温度調整後には、再び両者を離間させて、第2のスパッタリングプロセスを行う。従って、異なる温度で行う連続したスパッタリングプロセスを迅速に行うことができる。

【0023】請求項2記載のスパッタリング装置においては、請求項1記載のスパッタリング装置において、前

記補助ブロックと前記基板ホルダーとを接触させた際には、該補助ブロックは、該基板ホルダーを囲むように該基板ホルダーを収納するとともに、前記補助ブロックには、前記基板ホルダーが離間する方向に開口部が形成されてなり、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとが離間した際には、前記基板ホルダーは、前記ターゲットと対向して位置し、スパッタリング可能となることを特徴とする。

【0024】このようなスパッタリング装置においては、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとを接触させた状態においては、前記補助ブロックが前記基板ホルダーを囲むように収納されるので、熱伝達がスムーズに行われる。前記補助ブロックには、前記基板ホルダーが離間する方向に開口部が形成されており、両者は容易に接触・離間が可能となる。また、両者を離間させた状態においては、前記半導体基板と前記ターゲットとが接近し、該半導体基板の表面にスパッタリングが可能となるとともに、前記補助ブロックと前記基板ホルダーとは離間するので、該補助ブロックによる熱伝達の影響を受けにくくなる。

【0025】さらに、該補助ブロックは常に、前記ターゲットとは離間しているので、前記ターゲットは、前記補助ブロックからの熱伝導の影響を受けにくい。従って、スパッタリング中に該補助ブロックの温度変化による、スパッタ膜の膜質の変化等が起これにくい。前記基板ホルダーの往復運動のみでプロセスの切り替えが可能のため、上記加熱・冷却機構を含めたスパッタ装置全体としてのスペース効率が良い。

【0026】請求項3記載のスパッタリング装置においては、請求項1または2記載のスパッタリング装置において、前記補助ブロックには、該補助ブロックの熱を、ガスを熱媒体として前記基板ホルダーに伝えるガス伝熱機構が備えられていることを特徴とする。

【0027】このようなスパッタリング装置においては、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとを接触させた状態において、前記補助ブロックから前記基板ホルダーへの、加熱ガスによる熱伝導を行う。従って、前記補助ブロックの熱が、速やかに前記基板ホルダーに伝達され、該基板ホルダーを第2のスパッタリングプロセスの温度に迅速に変化させることができる。

【0028】請求項4記載のスパッタリング装置においては、請求項2または3記載のスパッタリング装置において、該スパッタリング装置内には、前記開口部を開閉自在に閉塞する第2の補助ブロックが設けられてなり、該第2の補助ブロックには、該第2の補助ブロックを加熱・冷却するための、第3の加熱・冷却機構と、該第2の補助ブロックの熱を、ガスを熱媒体として前記基板ホルダーに伝える第2の伝熱機構と、が備えられていることを特徴とする。

【0029】上記のスパッタリング装置においては、第

2の補助ブロック自体の加熱・冷却機構により、熱伝達がよりスムーズになる。さらに、前記第2の補助ブロックにより前記開口部が閉塞されるため、基板ホルダーからの熱放出が防止されて熱伝達効率が向上する。その上、前記第2の補助ブロックが、前記基板ホルダーを収納した状態において、前記第1の補助ブロックと前記閉空間を形成するため、加熱ガスを流すことにより、該閉空間内の圧力が上昇し、伝熱効率が向上する。また、第2の補助ブロックは、前記開口部を開閉自在にするように設けられているため、前記基板ホルダーと前記第1の補助ブロックの離間及び接触を妨げない。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面に基づいて説明する。図1及び図2は、本発明の第1の実施の形態を示す図であり、符号Aはスパッタリング装置である。

【0031】このスパッタリング装置Aは、図1に示すように、スパッタリング室51と搬送室53とをゲートバルブ55で仕切られている。スパッタリング室51内には、半導体基板57を保持する基板ホルダー61と、この基板ホルダー61に保持された半導体基板57に対向して配置され、Arプラズマイオンの衝突により原子或いは分子を放出するターゲット63とが収納され、通常は真空状態に保持されている。

【0032】上記の基板ホルダー61には、この基板ホルダー61に保持された半導体基板57の温度を調節するための、第1の加熱・冷却機構65が設けられている。この第1の加熱・冷却機構65は、ヒーター67と、冷却水を通す冷却水配管71と、加熱用のガスを導入するための加熱用ガス配管73と、基板ホルダー61の温度をセンシングするための熱電対75と、から構成されている。加熱用ガス配管73は図1に示すように、その先端側において、複数のガス管73a、73a、…に枝分かれしており、半導体基板57の全面を均一性良く加熱することができるようになっている。

【0033】また、基板ホルダー61の下方には、この基板ホルダー61を加熱・冷却するための第2の加熱・冷却機構77を内蔵した補助ブロック81が基板ホルダー61を囲むように設けられている。

【0034】この補助ブロック81にも、加熱・冷却機構77として、ヒーター83、冷却水配管85、加熱用ガス配管87及び熱電対89が設けられている。この加熱用ガス配管87（ガス管73と同様に、複数のガス管87a、87a、…に枝分かれしている）は、補助ブロック81の熱を、ガスを熱媒体として基板ホルダー61に伝えるガス伝熱機構の役割を果たす。さらに、補助ブロック81の上方には開口部93が設けられており、基板ホルダー61には、上下駆動エアシリンダ95に連結されている。

【0035】次に、上記の構成をもつスパッタリング装

置Aの作用について説明する。まず、加熱シーケンスについて図1及び図2を用いて説明する。第1の加熱・冷却機構65により基板ホルダー61が温度設定された後、第1のプロセス条件でスパッタリングする。その最中に、次の第2のプロセス条件を選択し、加熱条件を変更することを装置の制御部(図示せず)に認識させる。

【0036】装置の制御部は、基板ホルダー61を加熱するか或いは冷却するかを判断する。そして、補助ブロック81を目的の温度まで加熱或いは冷却する。この際、発明所ブロック81に内蔵された熱電対89でモニターしておく。この場合の目的温度は、第2のプロセス条件の設定温度よりも、加熱の場合には高く、冷却の場合には低い温度にする。これは、設定温度への到達時間をできるだけ短くするためである。

【0037】第1のプロセスが終了したら、基板ホルダー61を、上下駆動エアシリンダ95で下げて、補助ブロック81の上に設けられた開口部93から、補助ブロック81内に入れてお互いを接触させる。その後に、補助ブロック81の熱を、接触による熱伝導とともに、加熱用ガスとしてArを熱媒体として、ガスの熱伝導によりホルダー61に熱伝達する。

【0038】基板ホルダー61に内蔵された熱電対75によりホルダー61の温度を測定しておき、設定温度に到達した場合に、基板ホルダー61をターゲット63に対向する位置まで、上下駆動エアシリンダ95を用いて上昇させる。そして、ホルダー61と補助ブロック81とを離間させるとともに、ホルダー61をスパッタリング可能な位置へと移動させる。

【0039】この場合には、基板ホルダー61は補助ブロック81と離間しており、スパッタリング中に補助ブロック81の熱伝達の影響を受けることはない。そして、基板ホルダー61を第1の加熱・冷却機構により第2のプロセスの温度条件で安定させた後に、第2のプロセスを開始する。さらに、この第2のプロセス中に、上記と同様に第3の設定温度に補助ブロック81の温度を予め設定しておく。

【0040】尚、上記加熱用ガスとしては、スパッタ用ガスと同じ種類のガスが望ましい。本実施の形態においては、スパッタ用ガスとしてArガスを用いており、それとの対応で、加熱用ガスとしてもArガスを用いている。また、スパッタリング室51は、通常、真空状態に保たれているが、上記熱伝達のためのArガスがスパッタリング室中に若干漏れだしても、スパッタ用のArガスと同じガスであるため、バックグラウンドを悪化させたりしてスパッタ膜の膜質が劣化することはない。さらに、図示はしないが、基板ホルダー61と補助ブロック81とが接触した時点において、補助ブロック81の加熱用ガス間93a、93a、…が、基板ホルダー61の加熱用ガス間73a、73a、…と連結されるようにしておけば、さらに補助ブロック81の熱は基板ホルダー

61に伝わりやすくなる。

【0041】次に本発明の第2の実施の形態について説明する。図3に示すスパッタリング装置Aは、概略、図1のスパッタリング装置と同様である。ここで、図1と同一部分については、同一符号を付してその説明を省略する。このスパッタリング装置Aが、図1に示すスパッタリング装置と異なる点は、スパッタリング装置A内に設けられた第1の補助ブロック81上には、開口部93を開閉自在に閉塞する第2の補助ブロック101が設けられている点である。

【0042】さらに、この第2の補助ブロック101には、第2の補助ブロック101を加熱・冷却するための、第3の加熱・冷却機構105としてヒーター107と冷却水用配管111と加熱ガス用配管113とが設けられている。また、加熱用ガス配管113はその先端において、図に示すように、複数のガス管113a、113a、…に枝分かれしている。この第2の補助ブロック101は、上記スパッタリング装置Aのスパッタリング室51に、回転機構115により回転自在に固定されている。

【0043】このような構成をもつスパッタリング装置においては、基板ホルダー61が、上下駆動エアシリンダ95で下降し、第1の補助ブロック81内に収納された状態で、第2の補助ブロック101が、回転機構115により、第1の補助ブロック81の開口部93を閉塞する。ここで、上記第2の補助ブロック101は、回転機構115によりホルダー加熱・冷却位置とスパッタリング逃げ位置の両者を持つ。そして、第2の補助ブロック101が、ホルダー加熱・冷却位置にある場合には、開口部93を閉塞して、閉空間121を形成する。

【0044】補助ブロック81及び101は、それぞれ前述の加熱・冷却機構を備えており、基板ホルダー61を収納し、開口部93を閉塞した状態においては、第1の実施の形態における加熱用のArガスによる熱伝達が生じるとともに、その閉空間121の圧力は、加熱用Arガスに流入によってスパッタリング室内の空間よりも圧力が高くなっている。そのため、補助ブロック81及び補助ブロック101からの熱伝達の効率が高められる。さらに、この状態において、第2の補助ブロック101が、開口部93を閉塞するため、加熱用Arガスが閉空間121外(スパッタリング室内)に漏れ出すのを防ぐ役割もはたす。

【0045】尚、基板ホルダー61を上方に移動させてスパッタリングを行う際には、第2の補助ブロックを回転機構により回転させて開口部93を開けてから、基板ホルダー61の上下移動を行うようにする。この際、Arガスが漏れるが、スパッタリングガスと同じガスであるため、スパッタリングプロセスに悪影響を与えることはない。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載のスパッタリング装置においては、加熱・冷却機構を内蔵した基板ホルダーがあるため、半導体基板自体の温度を安定に保つことが可能となる。また、基板ホルダーの温度設定を補助するための、補助ブロックが設けられているため、迅速に次のスパッタリングプロセスへの温度変更が可能となる。さらに、この補助ブロックと基板ホルダーとが接触・離間可能なため、異なる温度で行う複数の連続したスパッタリングプロセスを、迅速に行うことが可能となる。

【0047】請求項2記載のスパッタリング装置においては、基板ホルダーと補助ブロックとを接触させた状態においては、補助ブロックが基板ホルダーを囲むように配置されているので、熱伝達がスムーズに行われる。

【0048】さらに、両者を離間させた状態においては、基板ホルダーとターゲットとが接近するので、半導体基板へのスパッタリングが可能となる。この時、補助ブロックと基板ホルダー及びターゲットとは離間するので、半導体基板は、補助ブロックによる熱伝達の影響を受けず、スパッタリング中の半導体基板の温度をより安定に保つことができる。また、基板ホルダーの公転機構等を必要とせず、基板ホルダーの往復運動のみで、基板温度を異にするスパッタリングプロセスの切り替えが可能のためスペース効率も良くなる。

【0049】請求項3記載のスパッタリング装置においては、基板ホルダーと補助ブロック間の熱伝達を行う、ガス伝熱機構が設けられている。従って、基板温度の設定条件の異なる複数のスパッタリングプロセスを連続して行う際に、基板ホルダーの温度の切り替え時間を短縮することができる。

【0050】請求項4記載のスパッタリング装置においては、第2の補助ブロック自体の加熱・冷却機構により、熱伝達がスムーズになる。さらに、第2の補助ブロックにより開口部が閉塞されるため、熱放出が防止され

て熱伝達効率が向上するとともに、形成された閉空間のガス圧が高くなるため、より一層、熱伝達が良くなる。従って、良好な操作性を保持しつつ、基板ホルダーへの熱伝達の効率を向上させることが可能となる。

【0051】以上のように、本発明のスパッタリング装置においては、連続したスパッタリングプロセスを行う際に、各プロセスごとの温度切り替えの迅速化と設定温度の安定という2つの課題を両立させることが可能となり、半導体デバイス等の生産性の向上と、スパッタリング膜の、膜厚の面内分布の均一化、膜質の向上が可能となる。さらに、スペース効率も良くなるので、装置の低コスト化と小型化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態として示したスパッタリング装置の断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態として示したスパッタリング装置を用いた連続成膜プロセスのプロセスフローを示す概略図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態として示したスパッタリング装置の断面図である。

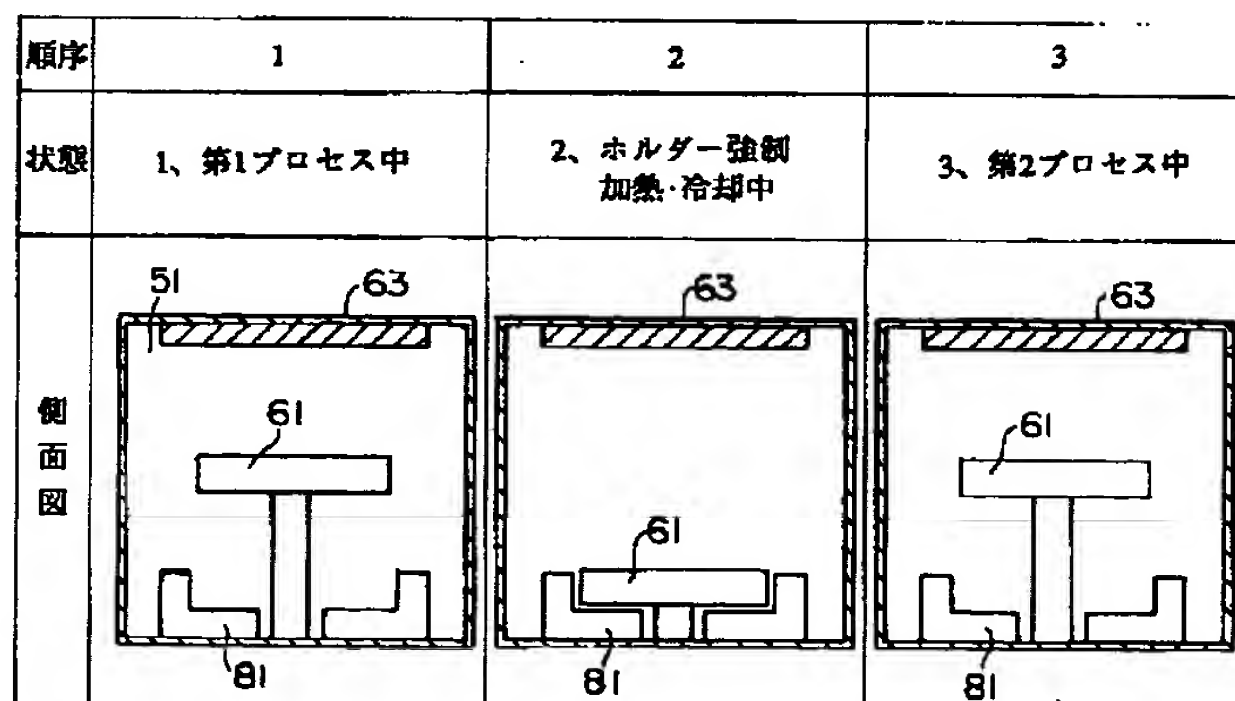
【図4】従来のスパッタリング装置の概略構成図である。

【図5】従来のスパッタリング装置のうち、ガス伝熱を用いた装置の概略断面図である。

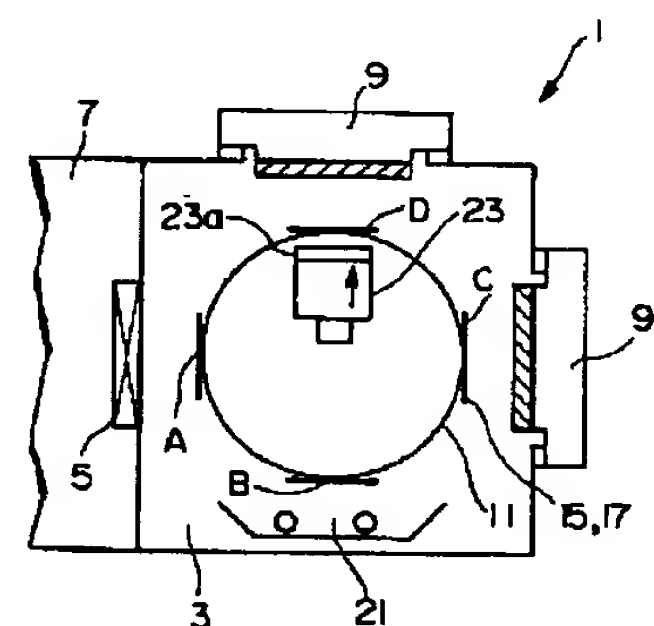
【符号の説明】

A…スパッタリング装置、51…スパッタリング室、53…搬送室、55…ゲートバルブ、57…半導体基板、61…基板ホルダー、63…ターゲット、65…第1の加熱・冷却機構、67…ヒーター、71…冷却水配管、73…加熱用ガス配管、75…熱電対、77…第2の加熱・冷却機構、81…補助ブロック、87…加熱用ガス配管、93…開口部、95…上下駆動エアシリンダ、101…第2の補助ブロック、105…第3の加熱・冷却機構、115…回転機構

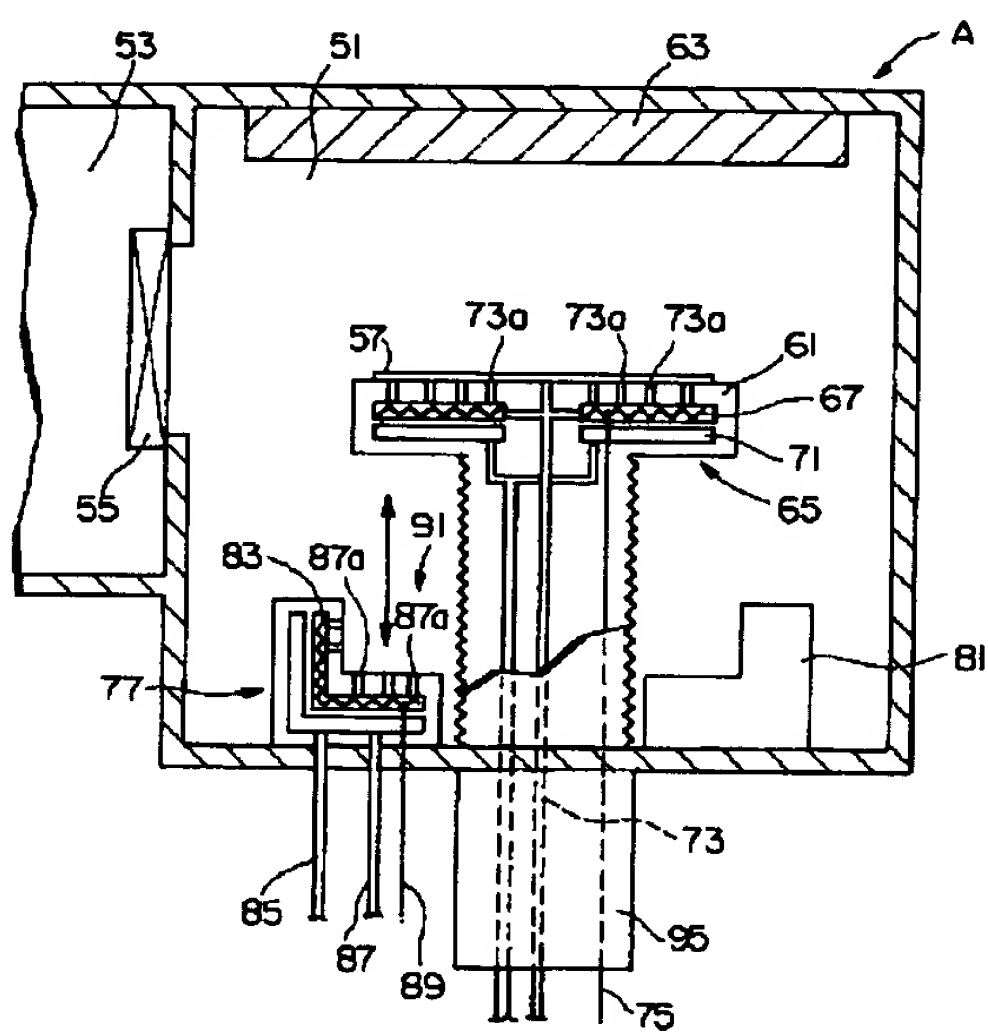
【図2】



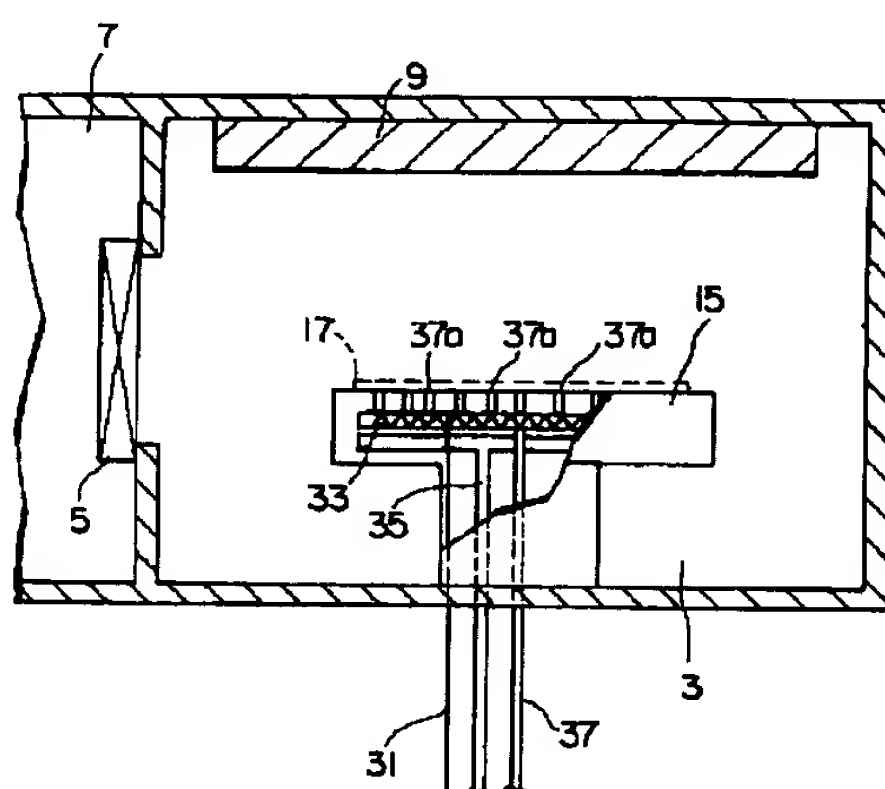
【図4】



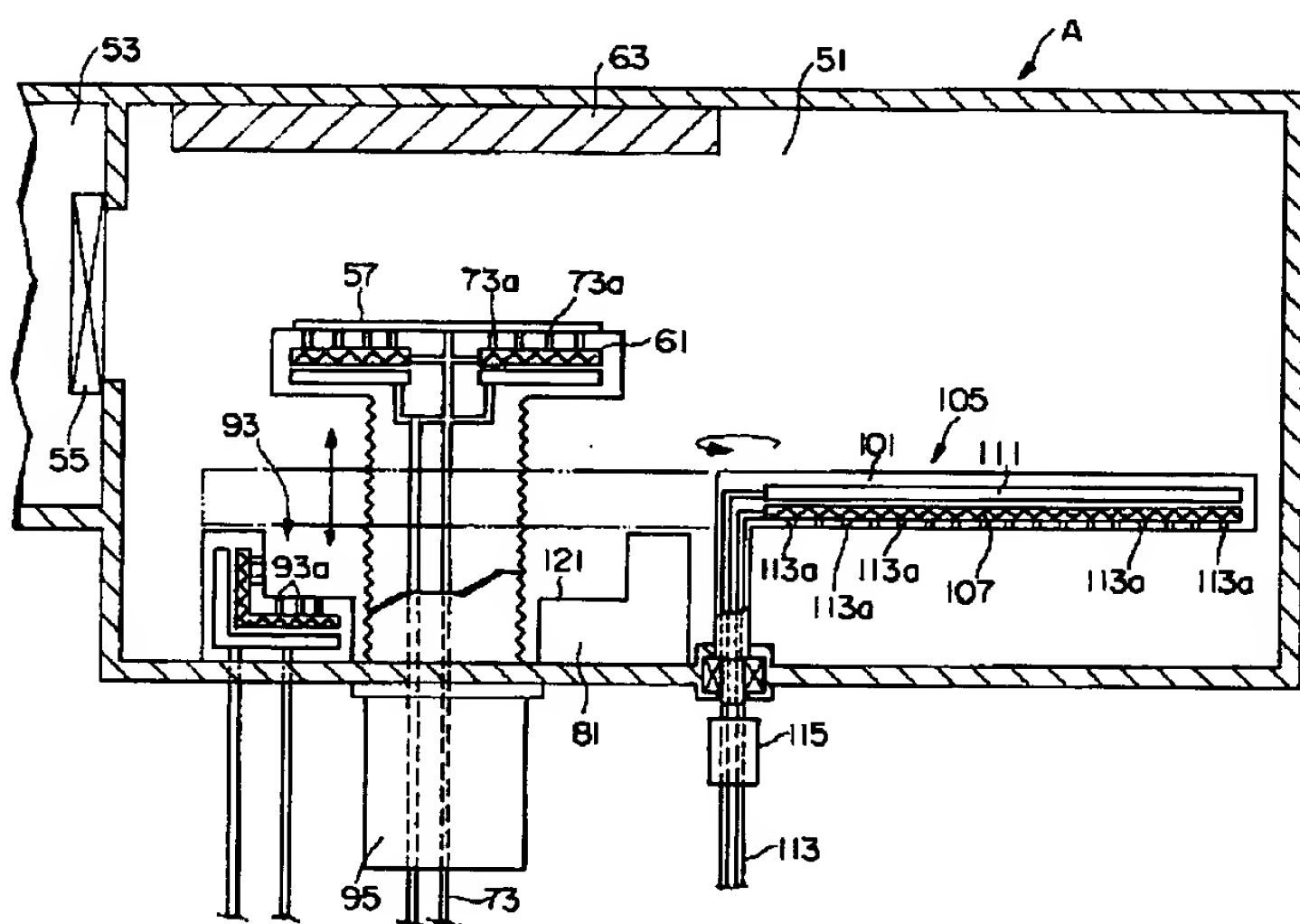
【図1】



【図5】



【図3】



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-176827

(43)公開日 平成8年(1996)7月9日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 16/44	D			
16/46				
16/54				
H 0 1 L 21/205				
21/31	B			
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)				

(21)出願番号 特願平6-324416

(22)出願日 平成6年(1994)12月27日

(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72)発明者 村岡 幸治
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 松島 勝
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 三木 浩史
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(74)代理人 弁理士 小川 勝男

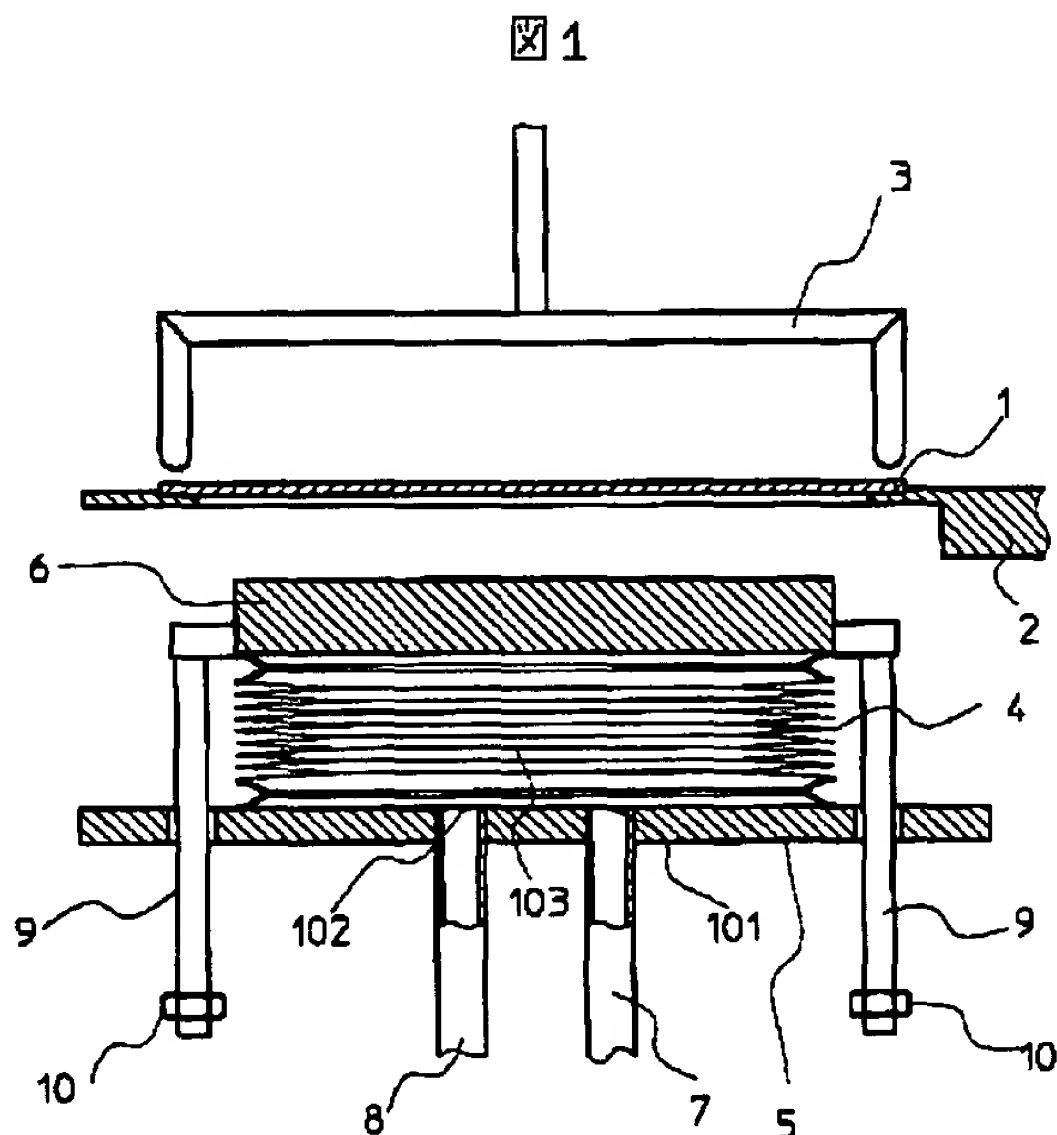
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体製造装置

(57)【要約】

【構成】数種類の原料ガスを攪拌、混合するシャワーノズル28と基板を均等に加熱する試料台を備えた成膜室と、ロードロック室、基板の冷却室等を備え、基板の冷却を不活性ガスで伸縮する可とう性部材の先端に取り付けたブロック6への熱伝導で行わせる。

【効果】成膜直後の状態保持が可能となり、膜の組成分布の品質向上となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】数種類の原料ガスを混合、攪拌するシャワーノズルを備え、基板の均一加熱試料台を持つ成膜室と、ロードロック室と、冷却室とを含む半導体製造装置において、可とう性のある部材を変形させ、前記変形部材の先端に取付けたブロックを、成膜を行った直後の基板と接触させる構造を持つことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項2】請求項1において、前記可とう性のある部材を変形させる媒体として、不活性のガスを用いた半導体製造装置。

【請求項3】請求項1または2において、前記基板に接触させるブロックを、前記不活性ガスを用いて、強制空冷する構造となっている半導体製造装置。

【請求項4】冷却室における基板の冷却の際、成膜面を覆う形状をしたキャップを付加して、冷却用のガスを成膜した前記基板の裏面から流すことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項5】成膜室から冷却室へ基板を搬送する搬送系に前記基板の回転機構を付加し、成膜面を回転させた後、冷却ガスを前記基板の前記成膜面の裏面から流すことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項6】請求項5において、前記冷却ガスの成分中に酸素も含む半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体素子などを製造する装置において、PZTなどを用いた高誘電率の絶縁膜を形成するために好適な半導体製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の技術は、特開平4-33330号公報に示すような気相成長装置であり、図5に示す通り、ガス導入管26から供給された原料ガス25を噴出孔27からシャワーヘッド28に吹き出し、加熱台30で加熱されているウェハ1上に均等に供給し、排気孔31から排気する構造を持つ真空容器29のみの一室形状であった。この方式は、均一なガスの流れに着目しており、膜厚の均一化、組成分布の均一化に重点をおいた検討課題の達成を目的としていた。そのため、均一に堆積させた後の処理に関しては従来、あまり配慮されていなかった。そのため、均一な組成分布が堆積直後に実現されていても、基板表面はまだ、高温状態となっており、ガスの種類によっては、一度堆積した原料ガスの分子が再びチェンバ内に拡散していくことが予測される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、一度均一な組成分布を持って基板表面に堆積した原料ガスの分子が、基板が冷えるまでの間に、再びチェンバ内に拡散していくことにより、膜の電気的特性の劣化が予測される、という問題があった。

【0004】本発明の目的は、均一な組成分布で堆積した膜の電気的特性を劣化させずに、均一な特性を保持し続けることができる半導体製造装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は基板を100℃/秒程度の急速冷却ができる冷却室を設けた。

【0006】また、冷却媒体として、不活性ガスを用いた。

【0007】また、不活性ガスの導入により、移動可能な可とう性部材を備えた冷却ブロックを設けた。

【0008】また、成膜した基板の押さえ及び、成膜面の保護の目的で、成膜面を覆うキャップを設けた。

【0009】また、基板冷却時の基板保持がしやすいように、基板ホルダに回転機構を付加した。

【0010】また、冷却用のガスに酸素も含ませることでアニール効果も可能とした。

【0011】

【作用】成膜室に於いて、均一な絶縁膜が堆積した状態から、搬送機構を用いて、冷却室に短時間で搬送される。

【0012】冷却室では、冷却用の不活性ガスが流される。それにより、ベローズなどの伸縮可能な部材が伸び、冷却ブロックを上方へ押し上げる。そして、冷却ブロックは膜が形成された基板と接触する。基板はこの時500～600℃の温度であり、冷却ブロックは、数℃から数十℃にしておき熱伝導により、高温の基板は冷却ブロックによって冷却される。冷却媒体である不活性ガスは、常時ガス導入口から供給され、ガス排出口から排出されるという循環を行っているために、冷却ブロックの温度は冷却用不活性ガスの温度に保つことが可能である。

【0013】

【実施例】

（実施例1）以下、本発明の一実施例を図1を用いて説明する。絶縁膜を形成するためのS1ウェハ1が、搬送用の基板ホルダ2上に設置されている。その上には石英などの材料で作られたウェハ押さえ3が僅かの間隙で固定されている。ウェハ1の下方には、伸縮自在のベローズ4がベース5の上に取り付けられており、さらにその上にブロック6が保持され、密閉した空間103を形成している。ベース5には、パイプ7、8が接続されており、ガスの導入口101と排気口102を形成している。ブロックの左右からは、ストッパ及びガイド用の棒9が出ており、ナット10によって上下方向の位置が調節可能となっている。

【0014】ウェハ1は搬送用の基板ホルダ2に搭載されて、成膜室とゲートバルブなどで仕切られた冷却室に搬送されてくる。ウェハ1が搬送されると同時に冷却用

の不活性ガス（例えば、熱伝達率の大きいヘリウムや窒素、アルゴンなど）がパイプ7を通じてガス導入口101から供給される。それに伴いベローズ4内の空間103に不活性ガスが充填して圧力が上昇し、ベローズ4先端に取り付けられたブロック6を押し上げる。そして、成膜されたウェハ1の裏面と接触し、さらに上昇し、ウェハ押さえ3にウェハ1が点接触すると同時に、ストップ及びガイド兼用の棒9に取り付けられたナット10が、ベース5と接して止まる。この状態で、ガスは導入口101から常に供給され、排気口102から排気される、という循環をつづけるので、ブロック6を持ち上げていると同時に熱の移動も行うことができる。

【0015】成膜室でS1ウェハ1上に形成された絶縁膜は、500～600℃の温度となっている。ブロック6は供給されるガスによって決定される温度に保たれている。この温度は、例えば約20℃前後であり、ウェハ1との温度差が熱伝導によってブロック6に伝わってくる。ブロック6に伝わった熱は、冷却用のガスによって表面から奪い去られるので、熱の移動は、スムーズにウェハ1からブロック6へと移動できる。ガスの供給量及び排気量は、それぞれパイプ7、8の先に取り付けられたレギュレータ（図示せず）などによって調節が可能である。

【0016】本実施例によれば、均一な組成分布を持ったウェハ1の膜構造が、急速冷却されることによってその状態を保持することが可能となり、電気的特性の良好な絶縁膜が作成できる。

【0017】（実施例2）第2の実施例を図2を用いて説明する。冷却用のガスによる冷却効率を上げるためには、ガスとブロックの接触面積をふやすことが考えられる。その方法として、図2のように、ブロック11を櫛歯状のスリットを入れた形状とすることにより、その表面積が数倍から数十倍にも拡大し、ブロック11の熱を奪いやすくなる。このことから、ウェハ1の熱は効率良くブロック11から奪い去られ、冷却速度を上げることが可能となる。

【0018】また、櫛歯状のスリット部材の材質を銅もしくはアルミニウムなどの高熱伝導性の材料とすれば、熱の移動は、さらに良好となる。その際、ウェハ1と接触する部分は、Niメッキを施すなどで、冷却室の汚染が起きないように工夫が必要である。

【0019】本実施例によると、ブロック11に伝わった熱と冷却用の不活性ガスとの熱伝達効率が高まるので、冷却速度の速い冷却構造を提供できる。

【0020】（実施例3）第3の実施例を図3を用いて説明する。本実施例はブロック6による冷却速度を早めるために、ブロック6を液体の冷媒12によって、事前に冷却しておく構造を付加した。冷媒12をタンク13に導入するためのパイプ14と、循環用のパイプ15が取り付けられており、タンク13の上面は、ブロック6

と接している。冷媒12は、水や液体窒素、液体ヘリウムなどが考えられる。水の場合は、循環して使用する形態となり、液体窒素などでは、消費した不足分を補う形での使用となる。冷媒12とほぼ同等の温度となっているタンク13に接したブロック6も、冷媒12の温度に近づいていると考えられる。この状態で、パイプ7から不活性のガスを供給すると、加圧室103の圧力が上昇するので、ベローズ4が伸びてブロック6を持ち上げ、ウェハ1と接触させる。そして、ウェハ1の熱を伝導によってブロック6に伝えるので、急速冷却が可能となる。

【0021】本実施例によると、ブロック6の温度は、始めに冷媒12の温度にできるので、冷媒12の種類により、さらに冷却速度の速い冷却構造を提供できる。

【0022】（実施例4）第4の実施例を図4を用いて説明する。本実施例は、ブロック16に多数の小孔17があり、不活性のガスを直接ウェハ1に吹き付けて、冷却を行う。パイプ7から供給された不活性のガスは、拡散板19に当たり、ベローズ内の空間103に広がり、圧力を高める。これにより、ベローズ4が伸びて棒9でガイドされたブロック16も上方へ移動する。この時の移動量は、ナット10によって、ウェハ1にブロック6が接触する前に止まるように調節しておく。ガスは、さらに供給されつづけるので、ブロック16の小孔から均一に吹き出し、ウェハ1の裏面を直接冷却することができる。この状態で冷却を行うガスは、冷却を行っている間、冷却室に充填することになるので、排気用のポンプを冷却室専用に必要なものとなる。また、冷却室の中は、ガスによって攪拌されることになるため、ウェハ上面にごみが堆積しないように、ウェハ1の浮き上がり防止を兼ねたカップ形状の押さえ18で保持する。これにより、ウェハ1の成膜面である上面は、押さえ18によって保護された空間104となるので、ウェハ1上面へのごみ、不純物などの付着の問題を回避することが可能である。

【0023】また、本方式において、ベローズ4を用いた吹き出し位置調整機構を省き、ブロック17が固定状態の構造においても、同様の効果を得ることは可能である。その際は、冷却用の不活性ガスの吹き出し圧力を若干高めに設定することが必要となる。

【0024】また、ブロック16に多数個空いている小孔17の角度を変化させ、ウェハ1と直角のみでなく、ある一定の角度を持って吹き付ける方法も考えられる。例えば、吹き出し位置を左右にずらし、斜めからウェハ1へ冷却用のガスを吹き付けることも効果があると考えられ、その時は、排気口の位置をガスの流れの先に設けることで効率的な排気が行える。また、小孔17の角度をウェハ1の中心軸から左右対称にある角度を持たせることで、中心付近と周囲との圧力差を作り出し、ウェハ1の風圧による浮き上がりを防止するような工夫も考え

られる。

【0025】本実施例によると、ガスによる直接冷却が可能となるために、接触熱抵抗の変化などの不確定要因を取り除くことができるので、冷却速度が制御しやすく、急速冷却も可能な冷却構造を提供できる。

【0026】（実施例5）第5の実施例を図5を用いて説明する。枚葉式の成膜装置の構造上、成膜面は上面となるために、成膜後の品質維持を阻害する要因のひとつにごみ、不純物の付着が懸念される。成膜面が上面であると、どうしてもごみの落下や不純物が付着しやすいと考えられる。そこで、成膜面を下面つまり重力方向などに向けることによって不安要因を取り除くことが考えられる。その構造を実現する実施例として、成膜室と冷却室への搬送を行う基板ホルダ22に反転機構を付加した。

【0027】ウェハ1は成膜室において、上面にPZTなどの絶縁膜が作製され、その後、冷却室へ搬送系の搬送ロッド24により搬送されてくる。その基板ホルダ22は、回転軸23を中心として回転できる構造となっている。ウェハ1は周囲3ヵ所で板ばね21及びねじ20で保持される。冷却室で反転されるとほぼ同時に、冷却用の不活性ガスが上部から吹き付けられる。この吹き付けは、ウェハ1の表面が均一な冷却速度を保てるようにホルダとの接触による熱伝導による冷却も考慮した吹き付け位置となっている。

【0028】また、冷却用のガスはほとんどヘリウムや窒素などの不活性ガスであるが、その成分中に酸素を含ませることにより、酸素アニールの効果も同時に実現することが可能となる。下面を向いていたウェハ1は冷却後は、再び反転を行い、試料の取り出し口であるロード

ロック室などに搬送されていく。

【0029】ウェハ1の反転角度は、180度反転させて冷却を行うことが、原則的であるが、例えば90度の状態に回転させ、ウェハ1を立てた状態にしておき、成膜面の裏面から冷却用のガスを吹き付ける方法も考えられる。この方法でも、成膜面が上を向いている状態での冷却よりは、ごみや不純物が付着する確率は、十分低く

押さえられるものと考えられる。また、このようにウェハ1を立てる方法では、その後のウェハ1の搬送から収納の点で優位性が考えられる。例えば、ウェハ1には、周囲1ヵ所にオリフラという直線部分があるために、成膜面の回転方向の位置合わせが行いやすい。また、何枚ものウェハ1の収納の点では、立てかける方式の簡便性が挙げられる。

【0030】本実施例によれば、成膜後の冷却を行う間、成膜面が下方もしくは、側方を向いているため、ごみや不純物の付着が押さえられ、その結果として作製された絶縁膜の不良がきわめて起こりにくい高品質の成膜が実現できる。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、加熱成膜されたウェハの熱が、冷却用のブロックへの熱伝導及び不活性ガスとの熱伝達によって、移動可能となるので、ウェハの温度を急速に低下させることができる。これにより、均一な組成分布を持って形成された膜から、分子の再拡散が防止できるので、高品質で、かつ、安定した成膜方法を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の半導体製造装置の断面図。

【図2】本発明の第2の実施例の半導体製造装置の断面図。

【図3】本発明の第3の実施例の半導体製造装置の断面図。

【図4】本発明の第4の実施例の半導体製造装置の断面図。

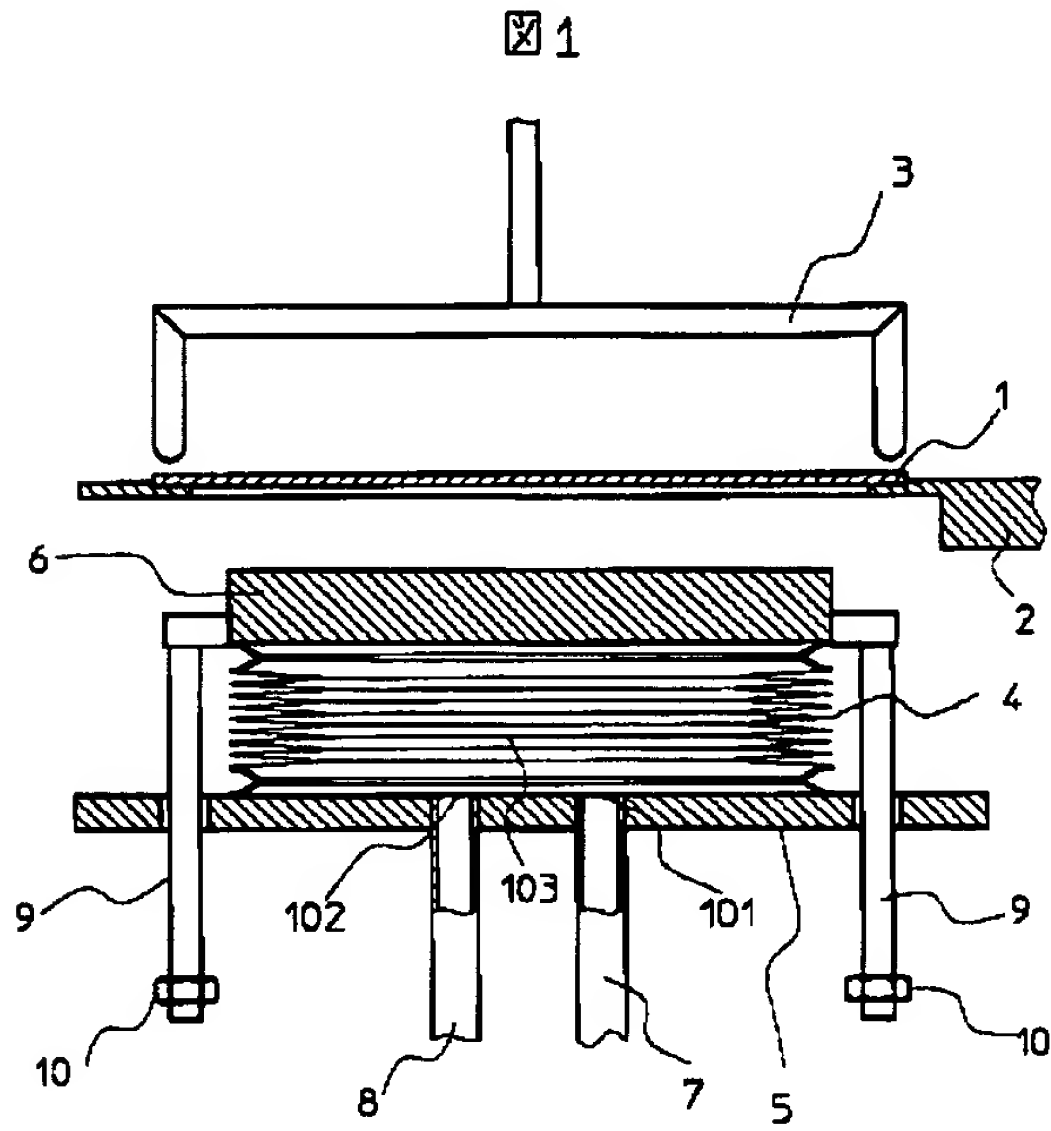
【図5】本発明の第5の実施例の半導体製造装置の断面図。

【図6】従来例の半導体製造装置の断面図。

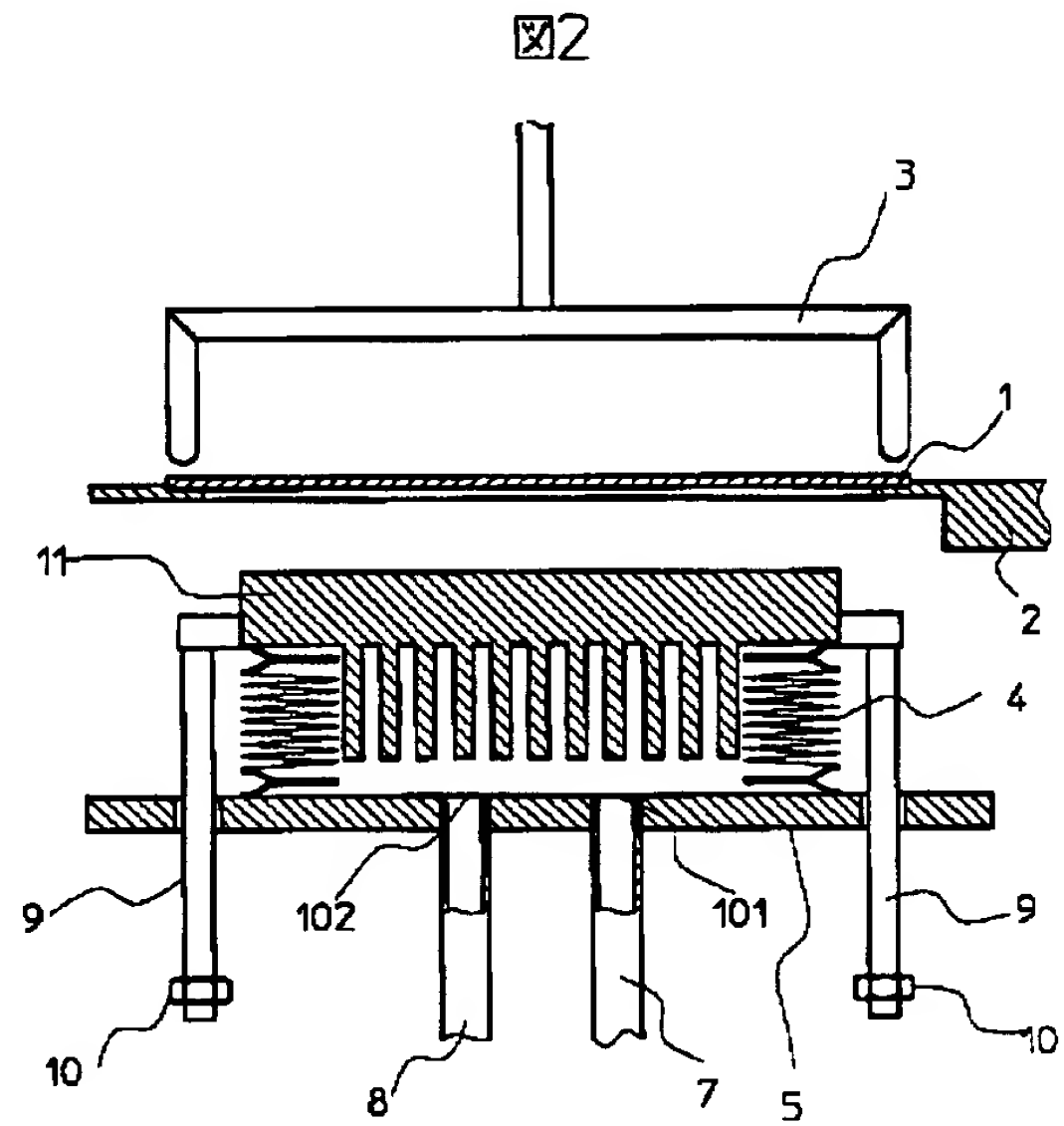
【符号の説明】

1…ウェハ、2…基板ホルダ、3…基板押さえ、4…ベローズ、5…ベース、6…ブロック、7…パイプ、8…パイプ、9…棒、10…ナット、101…供給口、102…排気口、103…加圧室。

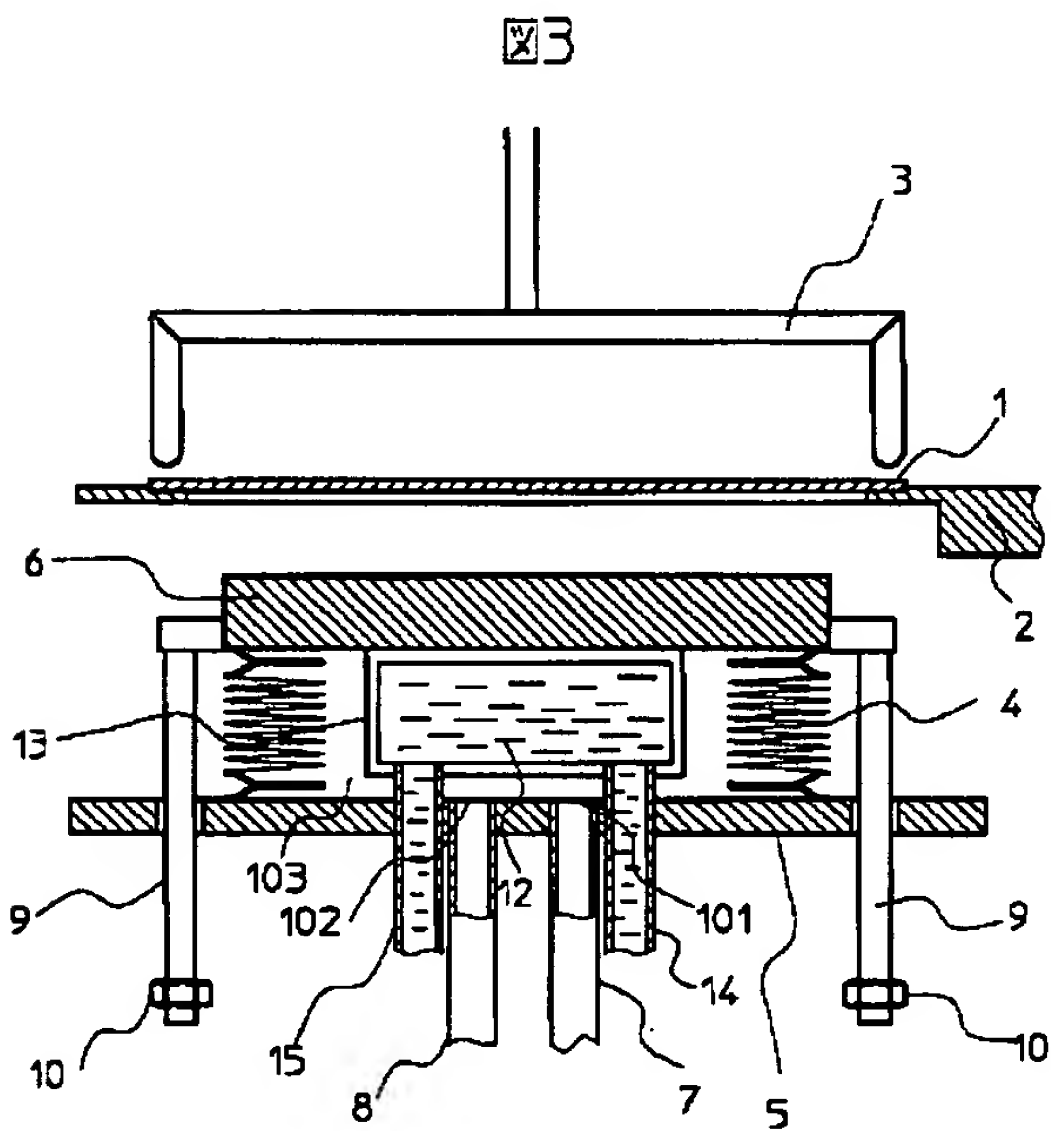
【図1】



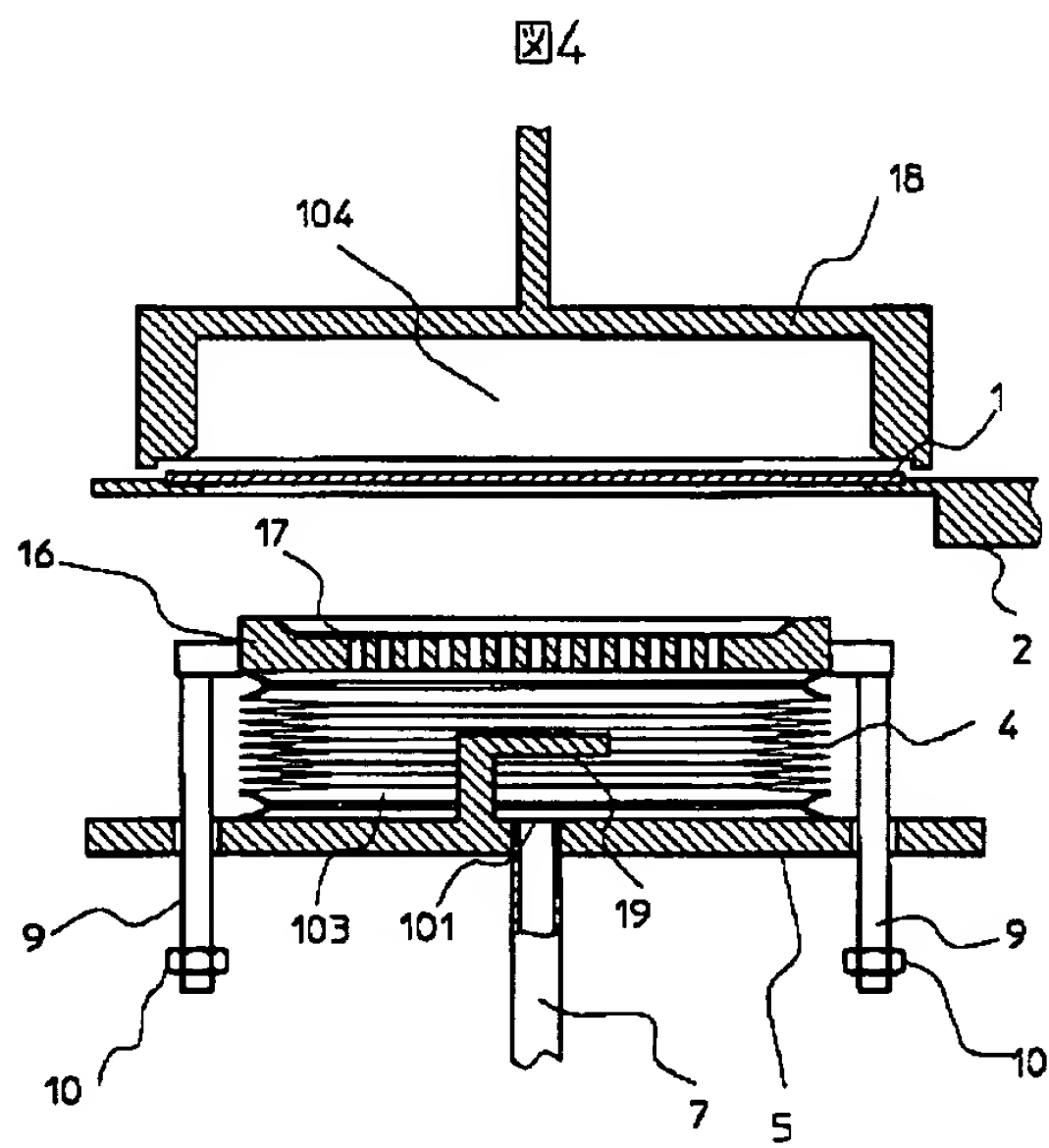
【図2】



【図3】

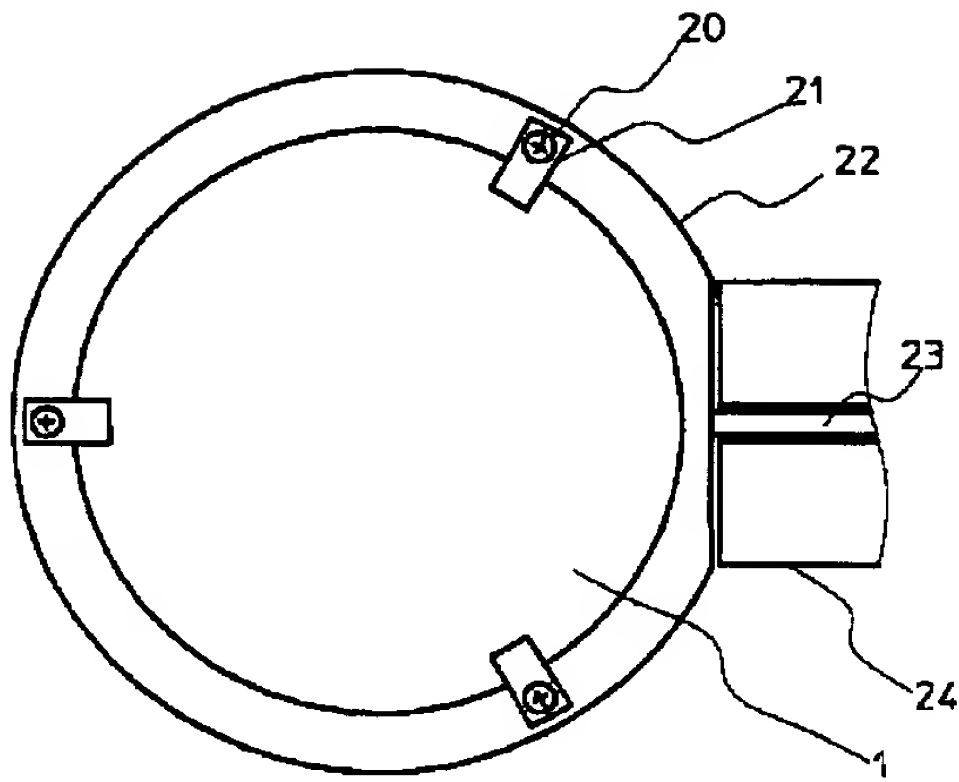


【図4】



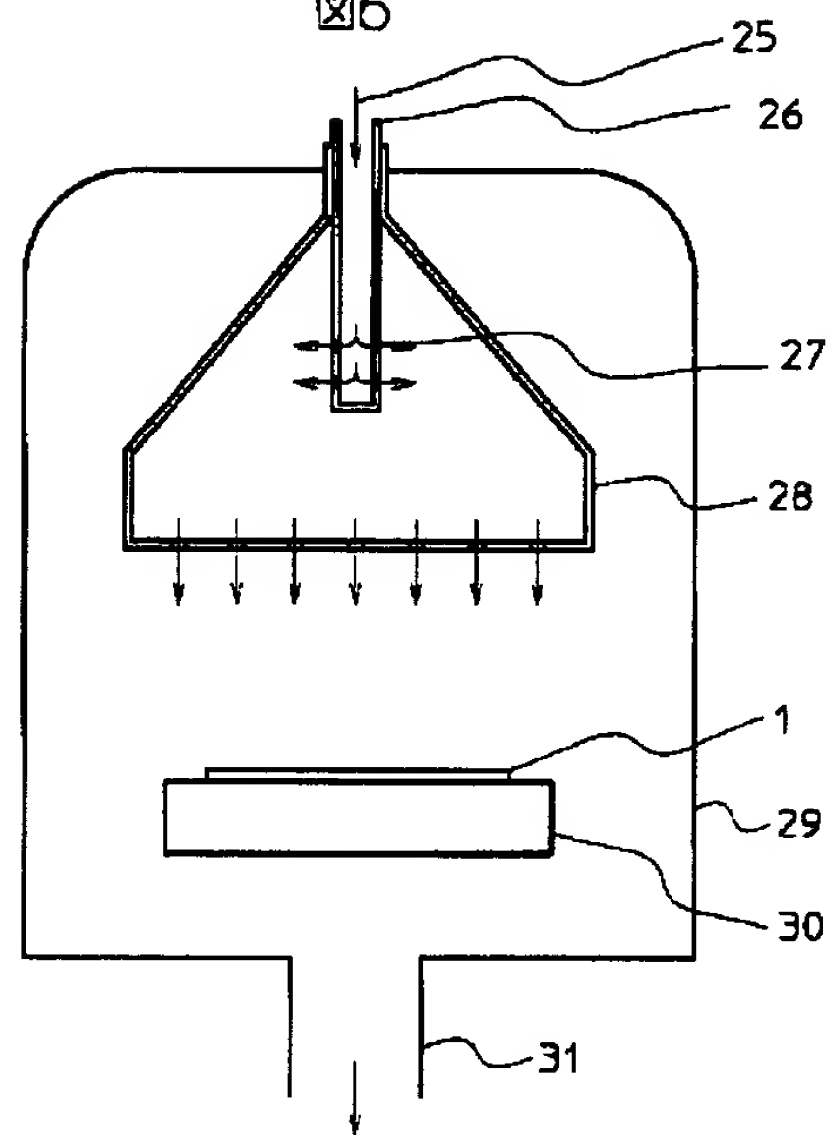
【図5】

図5



【図6】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 安東 隆司
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 金子 豊
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 宮田 敏光
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内